

도서관 RFID 시스템의 어플리케이션 및 문제점 분석에 관한 연구*

An Analysis of Applications and Issues in Library RFID System

이 응 봉**
Eung-Bong Lee

차 례

- | | |
|-----------------------|---------------------|
| 1. 서 론 | 4. RFID 시스템의 주요 문제점 |
| 2. 도서관 RFID 시스템 | 5. 결 론 |
| 3. 도서관에서의 RFID 어플리케이션 | • 참고문헌 |

초 록

본 연구에서는 도서관 RFID 시스템의 구조와 원리, 작동 상태, 미들웨어 등에 관하여 전반적으로 살펴보았다. 그리고 도서관의 정보관리와 이용자 서비스의 효율화를 도모할 수 있는 RFID 어플리케이션(열람 및 대출, 장서점검, 장서배가의 위치 확인, 연속간행물의 이용 통계, 이용자 서비스 등)과 최근 이슈가 되고 있는 도서관 RFID 시스템의 주요 문제점(비용, 인식률, 개인정보보호, 보안 등)에 관하여 분석하고 개선방안을 제시하였다.

키 워 드

디지털도서관, 무선주파수인식, 유비쿼터스 도서관, 자동인식, RFID 어플리케이션, RFID 시스템

* 이 논문은 2005년도 충남대학교 학술연구비지원에 의하여 연구되었음.

** 충남대학교 사회과학대학 문헌정보학과 교수

(Professor, Department of Library and Information Science, Chungnam National University, eblee@cnu.ac.kr)

• 논문접수일자 : 2008년 5월 9일

• 게재확정일자 : 2008년 6월 9일

ABSTRACT

This paper analyzes feasibility studies regarding the structure, applications and issues of the library RFID system. In this study, the structure and principle, operation mode and middleware of library RFID system are reviewed in detail, Finally this paper analyzed and proposed the RFID applications that could be efficient to information management and user service of library and the major problems and improvements of library RFID system.

KEYWORDS

Automation Identification(auto-ID), Digital Library, Radio frequency identification (RFID), RFID Application, RFID System, Ubiquitous Library

1. 서론

정보통신기술과 인터넷의 급속한 발달에 힘 들어 도서관은 내·외적으로 많은 발전을 거듭하고 있다. 전자도서관, 디지털도서관, 유비쿼터스 도서관으로의 점진적 발전은 도서관에서의 정보관리와 정보서비스에 새로운 패러다임을 제공하고 있다.

유비쿼터스 도서관 환경에서 대표적으로 적용되고 있는 기술이 무선주파수인식(Radio frequency identification : RFID)이라 할 수 있다. 최근, RFID 기술을 이용하여 도서관 소장 장서의 대출 및 반납, 정보관리, 이용자 서비스 등 도서관의 제반 업무를 첨단화해주는 스마트 태그 기술이 국내·외 도서관에 빠르게 도입되고 있다. 스마트 태그 기술은 도서관 소장 장서에 바코드 대신 소형 칩을 부착함

으로써 도서관 이용자가 스스로 도서의 대출과 반납을 할 수 있고, 장서점검 및 정보관리의 효율화를 도모할 수 있다.

그동안 바코드의 저렴한 비용 때문에 자동 인식(Automation Identification : auto-ID) 시스템은 우리의 일상생활 중 여러 방면에서 적용되어 왔지만, 바코드는 불충분한 저장능력이라는 한계를 가지고 있기 때문에 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 개발된 기술이 다양한 많은 정보를 저장하고 인식할 수 있는 메모리 카드 또는 스마트카드와 같은 IC 칩이라 할 수 있다. 그러나 이러한 종류의 IC 칩은 전원이 공급되어야만 데이터를 송·수신할 수 있으며, 처리시간이 많이 걸리며, 반드시 접촉점이 있어야만 하는 결점을 가지고 있었다.

접촉점이 없어도 되는 IC 칩 기술은 전파를 이용하여 해당 데이터를 카드와 리더를 통하

여 전달하고, 전원은 전파 또는 카드에 내장된 배터리로부터 변환하는 것이다. 이와 같이 전파를 통한 전원과 정보의 전송이라는 측면 때문에, 접속점이 없는 자동인식시스템을 RFID 시스템이라고 부르게 된 것이다.

RFID는 하나의 새로운 기술은 아니다. Stockman이 1948년에 발표한 “Communication by means of reflected power”라는 논문에서 처음으로 RFID의 이론과 구현에 관하여 언급한(Stockman, 1948) 이후, Vernon(1952) 그리고 Harris(1960) 등이 관련 논문을 발표하였고, 이를 계기로 RFID는 지속적인 개발이 진행되었다. 특히, 1980년대 초반에 RFID 시스템은 “Association of American Railroads and the Container Handling Cooperative Program”에 채택되면서 제품배송 과정에서의 인식 및 추적과정을 대폭 단축시켰는데, 이를 통해 관련기술의 비약적인 발전을 이룩하였고, 관련분야의 적용이 활성화되었다(Landt, 2001).

우리나라의 경우, 도서관 RFID 시스템은 2002년 문화관광부가 공공도서관을 대상으로 디지털자료실 구축사업을 진행하면서 전국의 4개 공공도서관을 선정하여 스마트 태그 기반 도서관리시스템을 구축하면서 시작되었으며, 2008년 5월 현재, 30여개의 공공도서관에서 RFID 시스템을 구축하여 운영 중에 있다. 그리고 국가적으로는 2008년 4월, RFID/USN 17개 중점 확산사업 중 문화체육관광부가 추진키로 한 “출판물류 및 공공도서관 RFID 시

스템 구축사업” 2단계 사업이 본격적인 시스템 구축에 들어갔다. 그러나 국내의 경우, 주로 공공도서관에 도입된 RFID 시스템은 그 기능과 성능에도 불구하고 여러 가지 많은 문제점을 가지고 있으며, RFID 시스템 활용도 또한 그리 높지 않은 실정이다.

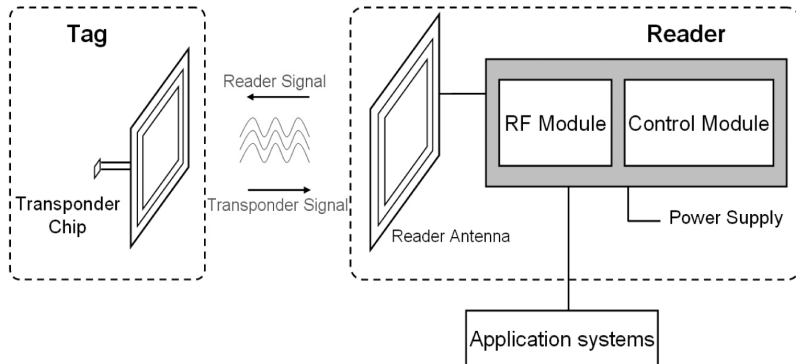
본 연구에서는 도서관 RFID 시스템의 구조와 원리, 작동 상태, 미들웨어 등에 관하여 전반적으로 살펴본다. 특히, 도서관의 정보관리와 이용자 서비스의 효율화를 도모할 수 있는 RFID 어플리케이션(열람 및 대출, 장서점검, 장서배가의 위치 확인, 연속간행물의 이용 통계, 이용자 서비스 등)과 최근 큰 이슈가 되고 있는 도서관 RFID 시스템의 주요 문제점(비용, 인식률, 개인정보보호, 보안 등)에 관하여 분석하고자 한다.

2. 도서관 RFID 시스템

2.1 RFID 시스템의 구조

RFID 시스템은 <그림 1>과 같이 첫째, RFID 태그(전송) 둘째, RFID 리더(호출) 셋째, 응용시스템(태그로부터 데이터를 전송하고 송신하기 위하여 리더로 사용되는 시스템) 등 3가지의 구성요소로 이루어져 있다(Kern 2004).

일반적으로 하나의 태그는 안테나의 기능을 제공하는 하나의 연결 장치(전극)와 하나의 전자 칩으로 이루어져 있으며, 하나의 리더는 어



〈그림 1〉 RFID 시스템의 구성요소

플리케이션과 연결하기 위한 RS232 또는 RS285와 같이 하나의 입·출력 인터페이스를 통하여 송·수신시 신호를 전달하는 하나의 RF 모듈, 하나의 제어 모듈 그리고 하나의 연결 장치 등으로 이루어져 있다. 그리고 또 다른 중요한 요소는 전원공급이다. 수동 태그(passive tag)는 전력을 내장하고 있지 않기 때문에, 처리를 위한 모든 전력은 리더에 의해 공급되는 전파로부터 변환되어야 한다. 그러나 능동 태그(active tag)는 하나의 배터리를 내장하고 있기 때문에, 수동 태그에 비해 감응

범위가 훨씬 넓지만, 수명은 여전히 배터리의 성능에 의존한다(〈표 1〉 참조).

전파의 속성은 주파수에 의존적이다. 즉, 전자자기네틱 스펙트럼의 주파수에 의존한다. RFID는 크게 첫째, 30-300kHz(장파 : Low Frequency(LF)) 둘째, 3-30MHz(단파 : High Frequency(HR), Radio Frequency (RF)) 셋째, 300MHz-3GHz(극초단파 : Ultra High Frequency(UHF)) 또는 3GHz 이상(마이크로 파 : Micro Wave) 등의 3가지 범주로 구분할 수 있다(Finkenzeller 2003).

〈표 1〉 능동 태그와 수동 태그의 비교·분석

구 분	능동 태그(active tag)	수동 태그(passive tag)
전원	내장형 배터리	전자자기네틱 또는 마이크로파 감응
반응 거리	5-100M	3M 이하
수명	2-7년(배터리 수명에 의존)	10년 이상
무게	무겁다	가볍다
크기	크다	작다
기술 성숙도	낮다	높다

각국에서는 ITU-R(International Telecommunication Union Radio Communication Sector)에 의해 규정된 ISM(Industrial, Scientific and Medical) 대역을 제외하고는 무선송신 이용자의 면허를 엄격하게 제한하고 있다(ITU 2005). 그러나 ISM 대역을 사용하는 송신자는 정부의 면허를 필요로 하지 않는다.

RFID 스펙트럼은 산업 및 과학 분야에 필요한 대역에 속해 있으며, RFID 대역의 주요 장·단점은 <표 2>와 같다.

대부분의 RFID 제품은 135kHz 이하의 대역을 사용하고 있다. 13.56MHz 대역은 다양한 어플리케이션을 수행한다. 그리고 2.45GHz 및 UHF 대역을 사용하는 RFID 제품은 거의 비슷한 특징을 가지고 있지만, UHF는 광범위한 감응 영역을 제공한다(Kleist et al. 2004).

메모리 카드 또는 스마트카드의 구조는 메모리와 구조의 상태에 의존한다. RFID는 다

음과 같이 4가지의 종류로 구분할 수 있다.

- (1) 읽기 전용 : 단지 데이터를 읽을 수만 있다. 사물의 인식번호를 기록하기 위하여 사용된다.
- (2) 읽고/쓰기 : 메모리 카드와 유사하며, 지우기와 프로그래밍이 가능하다.
- (3) 내장형 프로세스 칩 : 스마트카드와 유사하며, 고도의 보안을 유지하기 위한 OS와 프로그래밍을 포함한다.
- (4) 내장형 센서 : 온도 센서 및 압력 센서 등과 유사한 제품이다.

RFID 시스템은 다양한 주파수 대역, 송신 상태, 내부 구조 등을 제공한다. 이것은 기존의 메모리 카드에 의한 정보기록과 같이 자동 인식시스템의 기능뿐만 아니라 스마트카드의 보안 관리, 마그네틱 카드의 센서 제어 그리고 바코드의 식별번호 인식 등을 포함한다. 또한 이것은 바코드에 비해 신속히 반응하고 처리하며, 비접촉 통신수단을 제공한다.

<표 2> RFID 대역의 장·단점

주파수	장 점	단 점
장파(125-134kHz)	대중화 금속에 의한 영향이 낮음	짧은 인식거리(1.5m 이하)
단파(13.56MHz)	대중화 습기에 의한 영향이 낮음	짧은 인식거리(1.5m 이하) 금속에 의한 영향이 높음
극초단파(860-960MHz)	대중화 높은 시그널 통신 범위	습기에 의한 영향이 높음 태그와 태그가 너무 가까이 있기 때문에 조율이 필요함
마이크로파(2.45GHz)	높은 반응 범위	비대중화 구현의 복잡, 비표준화

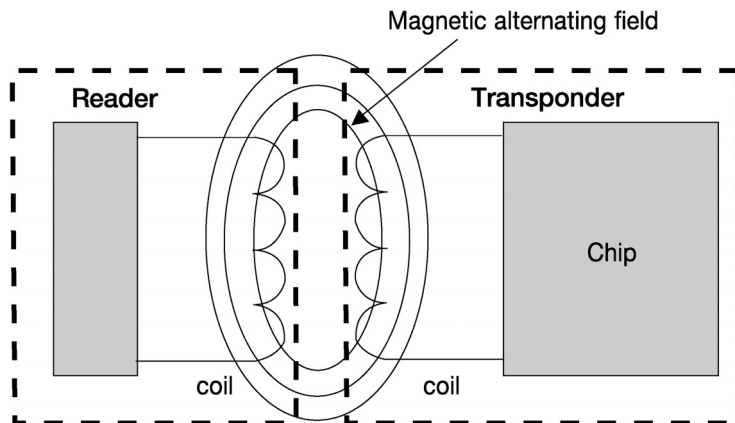
2.2 RFID 시스템의 작동

RFID의 어플리케이션은 바코드의 어플리케이션과 유사하다. 바코드는 코드화된 정보를 하나의 객체에 부과하고 코드화된 정보를 담지하기 위하여 적외선이나 레이저 스캐너를 사용한다. 그리고 스캐너로부터의 관련 신호를 컴퓨터에 전송한다. RFID 시스템은 태그로부터 복수의 정보를 전송하기 위하여 라디오 주파수를 사용하는 특수한 리더를 사용한다.

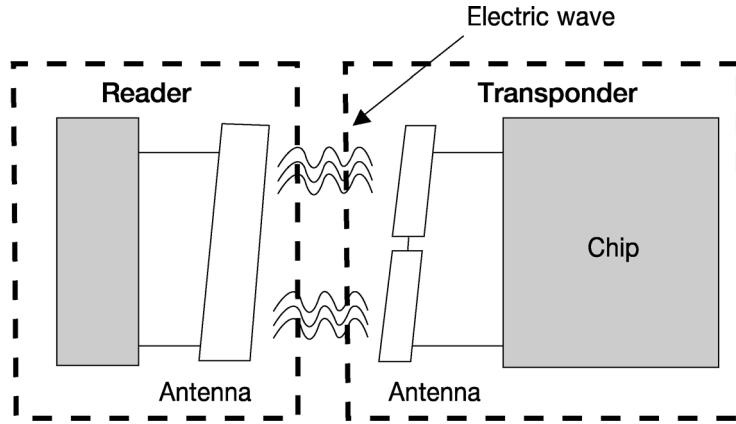
비트는 정보의 최소 단위이다. 가장 간단한 RFID 태그는 단지 1 비트만 제어한다. 기능은 도서관에서 전자물품감시(Electronic Article Surveillance, EAS)의 목적을 달성하기 위하여 on/off 신호를 제공하기 위하여 사용하는 전자 스트립과 유사하다. 복잡한 RFID는 스마트카드와 거의 비슷하다. 태그의 칩은 정보를 저장하고, 처리하고, 리더와 정보를 교환한다.

RFID 태그는 주파수에 의존적이지만, 수동 태그에서의 전원 발생 모드는 차이가 난다. 수동 RFID 태그는 13.56MHz(또는 그 이하)의 주파수를 사용한다. 전원 발생 모드는 하나의 교번 자기장(alternating magnetic field)이다. 원리는 자(기)력을 경유하는 전자동력 전달과 유사하다. 그러나 RFID는 자(기)력을 동력원으로 전환하는 과정이 반대이다. <그림 2>에 나타난 바와 같이 전류는 교번 자기장을 생산하기 위하여 리더의 코일을 지나게 된다. 그때 태그의 안테나가 전력을 내부에 동작시키기 위해 변환시킨다.

<그림 3>에서와 같이 RFID는 전자파를 동력으로 변환시키기 위하여 마이크로웨이브 방식을 채택하고 UHF 또는 2.45 GHz를 사용할 수 있다. 안테나의 디자인은 자기 공명 또는 마이크로웨이브 공명에 의존한다. 자기 공명을 위한 안테나의 디자인은 하나의 코일이지만, 마이크로웨이브는 전자파의 송·수신이



<그림 2> 전자기(電磁氣) 감응의 작동원리



〈그림 3〉 극초단파(極超短波, Microwave) 감응의 작동원리

적정하도록 유지하기 위하여 다이폴(dipole) 안테나를 사용한다. 일반적으로 라디오 주파수는 대역이 낮고, 전도 거리가 길며, 관통력이 약하다. 이러한 이유로 UHF의 신호통신거리는 2.45GHz 제품보다는 길다. 이러한 점이 안테나의 디자인에 사용된다. 실제의 통신은 주파수나 안테나의 디자인 문제보다는 거리가 관건이며, RFID의 전자파의 세기와 소비 전력이 큰 영향을 미친다. 능동 태그는 마그네틱 또는 마이크로웨이브에 의해 전력을 생산하지 못한다. 그래서 능동 모델에서의 통신 거리는 수동 모델에 비해 더욱 그렇다.

통신의 최대 거리는 마그네틱 방법을 사용하는 경우 단지 2m 정도에 불과하다. 그러나 마이크로웨이브의 통신거리는 10m가 넘는다. 그리고 금속은 RFID 시스템 주위에서 전자파를 흡수하는데, 이것은 자기력을 생산하고 자기장을 방해하기도 한다. 높은 주파수를 사용

하는 RFID는 금속물질과 함께 사용하는 것은 바람직하지 않다. 반대로 회전하는 특성을 가지고 있는 135kHz 이하의 전자파는 금속의 방해로 덜 받는다. 왜냐하면, 낮은 주파수의 전자파는 더욱 쉽게 회전하기 때문이다(ID-TechEx 2002).

대부분의 도서관 장서는 종이나 플라스틱으로 구성되어 있다는 점에서 13.56 MHz를 사용하는 RFID가 현재 도서관에서는 일반적이다. 그러나 실제의 운용에 있어서, RFID 시스템은 방해뿐만 아니라 다중 접속의 문제점을 가지고 있다. 리더가 하나의 반응을 시작하면, 하나 이상의 태그들이 해당 리더의 통신영역에 존재하게 된다. 만약, 모든 태그들이 리더로부터 보낸 신호를 받은 후에 응답한다면, 거기에는 반드시 충돌이 발생할 것이다(Sarma et al, 2001).

이와 같은 충돌에 대한 해결책은 알로하

(Aloha) 알고리즘을 채택하거나 BTS(Binary Tree Splitting) 알고리즘을 사용하는 것이다 (Hush & Wood, 1998). 알로하 알고리즘은 시분할다중접속(TDMA: Time Division/Demand Multiple Access)을 적용하는 것으로 무선 디지털 서비스를 위하여 개발된 것이다. 각각의 태그는 병행통신과 관련된 문제들을 해결하고 리더와 통신하기 위하여 불규칙적인 시간 간격을 발생시키고, 이진 트리 알고리즘을 사용함으로써 리더는 적절한 순서에 특정의 비트를 할당한다. 태그는 ID가 특정의 비트와 일치할 때만 리더와 통신할 수 있다. 하나 이상의 태그가 특정 비트와 대응할 경우에는 태그는 통신을 위한 이진 순서에 의존하며, 태그는 리더와 통신을 완료한 후 정지된다. 따라서 시스템은 하나의 리더를 사용하는 모든 태그를 대상으로 하나씩 통신하는 것이 가능하다.

2.3 RFID 시스템의 미들웨어

RFID 시스템은 정보축적 성능을 높일 뿐만 아니라, 기존의 바코드에서는 제공되지 않는 재프로그래밍 기능을 제공한다. RFID 시스템은 고객(이용자), 도서 및 정간물 등 다양한 어플리케이션들을 확장하고 통합할 수 있다. 각각의 어플리케이션은 도서관자동화시스템에 통합되어야 한다. 일반적인 어플리케이션들이 주변장치에 통합되는 것과 마찬가지로 미들웨어는 RFID 시스템과 자동화시스템을 책

입진다. 어플리케이션 인터페이스(API)라 불리는 자동화시스템은 RFID 리더와 통신을 위해 미들웨어에 의해 제공되며, 그때 리더에 의해 태그로부터 정보에 접근한다.

미들웨어는 조정기능을 가지고 있는데, 이것은 리더와 자동화시스템 사이의 메시지 지향적인 미들웨어(MOM: Message-Oriented Middleware)의 한부분이다. 미들웨어는 요청/응답(requests/responses)을 전달하고, 정보의 정확성과 투명성을 확보하기 위하여 보안, 데이터방송, 여과, 루트(route) 및 에러 수정 등을 포함한다. 도서관자동화시스템들이 다른 시스템에 의해 보완되고 대체되거나 리더를 확대하고 교환한다 할지라도, 시스템들은 계속 어떠한 수정도 없이 작동한다.

RFID 미들웨어는 어플리케이션의 범위에 의존적이긴 하지만 어플리케이션 미들웨어(application middleware), 하부 미들웨어(infrastructure middleware), 솔루션 미들웨어(solution middleware) 등의 3가지로 대별할 수 있다.

첫째, 어플리케이션 미들웨어의 개발은 초기 단계에서 리더를 통합하고 연결시키는 것이다. 대부분의 미들웨어는 리더의 제조회사에 의해 공급되는데, 단지 시스템과 리더를 통신하기 위한 단순한 API 기능만을 제공한다. 그러나 이러한 미들웨어는 다음과 같은 2가지의 결점을 가지고 있다. 하나는 어플리케이션 미들웨어가 가지고 있는 배타적인 특성이다. 따라서 어플리케이션 미들웨어는 다른 RFID

시스템들과의 상호운영성을 보장해야 한다. 또 다른 하나는 어플리케이션 미들웨어의 운용에는 많은 예산이 소요된다는 점이다. 특히 이러한 예산적인 문제는 어플리케이션 미들웨어의 개발과 구현을 어렵게 만드는 큰 요인이 되고 있다.

둘째, 하부 미들웨어는 기본적인 데이터의 수집 및 여과 기능뿐만 아니라 어플리케이션을 위한 장비를 연결시킬 뿐만 아니라 플랫폼의 관리와 운영(조작) 등을 제공한다. RFID의 어플리케이션은 여러 기업들에서 운영과 개발을 계속적으로 신속하게 확장하고 있다. 대표적인 기업으로는 Sun, TIBCO 및 IBM 등을 들 수 있다. 이들 기업에서는 Oracle이나 Manhattan Associates 등과 협력하여 관련 서버 제품들을 개발할 뿐만 아니라 ASI(Adapter Software Interfaces)를 공급한다. 그리고 리더 회사들과 공동으로 RFID 시장에 신속하게 진입하기 위하여 고유의 API 솔루션을 공급하고 있다.

셋째, 솔루션 미들웨어는 자동화시스템, 리더 그리고 RFID 사이의 통신 인터페이스를 제공한다. 관련 업계에서는 이기종의 어플리케이션을 해결하기 위하여 다양한 혁신적인 제품을 개발하고 있다. 그리고 RFID와의 적합한 시스템 통합을 위하여 솔루션 지향의 어플리케이션(Solution-Oriented Application Models) 모델들을 사용한다.

3. 도서관에서의 RFID 어플리케이션

RFID는 2차 세계대전 중인 1948년에 영국에서 처음으로 개발되었다. 초기의 제품은 적군 비행기와 아군 비행기를 식별하기 위하여 사용된 하나의 불완전한 버전이었다. 리더의 파동은 트랜스폰더(transponder)를 사용하였으며, 코드화된 메시지에 응답하기 위하여 비행기에 설치되었다(Ollivier 1995). 그 당시에는 RFID 기술은 매우 복잡한 것이었고, 장비 또한 엄청난 것이었다. 따라서 초기 단계의 RFID는 일반적인 산업계에 적용하기에는 적절치 않은 것이었다. 그 후 하나의 칩에 여러 가지 회로와 라디오 트랜지스터를 통합할 수 있는 기술이 개발되었으며, 주요 RFID 어플리케이션들이 농산물 추적, 자동차 식별, 출입구, 무역 통제 등과 같은 다양한 산업에 확장되었다(Kern 1999).

현재의 RFID 태그는 융통성이 풍부하여 곡면에도 부착이 가능하지만, 재래식 RFID 태그는 장서관리나 보안통제를 위하여 바코드를 대체하기에는 너무 두꺼웠다. 바코드, 도서카드, 마그네틱 스트립 등은 하나의 RFID 태그에 모두 통합될 수 있다(Chachra 2003). 이러한 형태의 RFID 태그는 정보를 기록하고 시스템에 공급할 수 있는 메모리칩을 제공한다. 이 메모리칩은 서지기록과 대출현황을 저장할 뿐만 아니라 특정 장서의 위치를 추적할 수 있다. 이러한 서비스를 통해 시스템은 도서

관에서 특정의 자료를 찾고자 할 때, 추적서비스를 제공할 수 있다.

그러나 오늘날, 도서관에서 운용되고 있는 대부분의 RFID 어플리케이션은 열람 및 대출, 장서점검, 장서배가의 위치 확인 등에 국한되어 사용되고 있는 실정이다. 향후, 도서관에 도입되어 도서관 서비스의 효율화를 도모할 수 있는 주요 RFID 어플리케이션은 다음과 같다.

3.1 열람 및 대출

종래의 도서관 자동대출시스템은 바코드를 사용하는 것으로, 대출시 1책씩 처리를 하여야만 하고, 자료의 방향을 일정하게 유지해야만 한다. 그러나 RFID 태그의 경우, 여러 권의 책을 한꺼번에 동시에 처리할 수 있고, 라벨의 부착위치를 의식할 필요가 없기 때문에 도서관 이용자는 보다 간단하게 자동대출을 할 수 있다.

RFID 시스템은 효율적으로 업무를 처리하게 해 준다. 사서들은 바코드를 하나씩 스캔할 필요가 없다. 이용자들은 RFID 리더 장치를 통하여 체크인, 검증 및 출입통제를 본인 스스로 자동으로 처리할 수 있다. 그러나 소자(자성이 없는 것)는 해당 물질(자료)의 데이터를 파괴하기 때문에 비디오테이프나 디스켓은 출입장치를 보호하기 위하여 마그네틱 스트립을 사용할 수 없다. RFID 태그는 데이터를 수정하기 위하여 소자를 사용하지 않기 때문에, 책

과 마찬가지로 마그네틱 자료를 관리하기 위하여 태그를 사용한다. 도서관 카드는 RFID 태그를 포함할 것이다. 리더는 이용자가 도서관에 들어오면 도서관 카드로부터 정보를 탐지하고 그것을 시스템으로 전송한다. 그 이후에 열람 및 대출부서에서는 해당 이용자의 열람·대출, 반납기간 경과, 예약 등의 상황을 모니터를 통하여 확인할 수 있으며, 담당 부서에서는 단지 해당 메시지에 따라 서비스를 제공하면 된다.

현재, 대부분의 도서관에서는 소장자료의 부정대출을 방지하기 위하여 바코드 라벨과 함께 감응 라벨(Tattle Tape)을 사용하고 있다. 그러나 RFID 태그를 사용하는 부정대출 방지게이트를 설치하면, 감응 라벨 관련 장비가 필요 없게 됨으로써 도서관 업무의 효율화를 도모할 수 있다.

3.2 장서점검

장서점검은 막대한 인력과 시간이 소요되는 작업이다. 특히 규모가 큰 도서관에서는 더욱 그러하다. 도서관에서 사용하던 종래의 장서점검 방법은 도서관 소장자료를 1책씩 바코드로 자료번호를 읽어들이거나 또는 장서목록에 의한 수작업 체크를 수행하는 것이었다. 그러나 RFID 태그를 부착하면, 배가된 모든 자료번호를 읽어들이는 것이 가능하다. RFID 시스템에서는 자료번호와 서명의 대응 데이터를 PDA에 입력하고, 휴대용 리더가 읽어들이는 자

료의 서명이 PDA에 나타나게 된다.

도서관에서는 장서점검이나 서가열람을 위해서 일괄처리 방식을 적용할 수 있다. 휴대용 리더를 사용하여 서가의 장서를 훑으면, 리더는 해당 범위내의 모든 장서를 즉시 확인할 수 있다. 그 뿐만 아니라 제자리에 배열되어 있지 않은 장서와 같은 비정상적인 상황 또한 파악이 가능하다.

Kern(2004)은 도서관에서 바코드 시스템을 RFID 시스템으로 대체하면서 얻을 수 있는 장점을 다음과 같이 언급하고 있다.

- 프론트 데스크에서의 대기시간 감소
- 반복작업의 감소
- 이용자와의 상호작용 증가
- 내부 보안의 강화
- 장서관리 비용의 절감
- 장서관리와 체킹의 자동화
- 장서점검과 배가의 효율성 증대

이러한 장점들이 바코드 시스템을 RFID 시스템으로 대체하거나 통합하는 요인이라 할 수 있다. 그러나 이러한 운용의 효율성과 정확성이라는 특성에도 불구하고, 도서관에서 이와 같은 뛰어난 기술을 채택하는데 망설이게 하는 가장 큰 요인은 비용이라 할 수 있다. 왜냐 하면, 대부분의 도서관들은 수많은 장서를 소장하고 있다. RFID 시스템의 도입은 별도의 많은 예산을 필요로 하기 때문에 RFID 솔루션의 구현을 위한 계획을 어렵게 만들고 있다. 그러나 RFID 시스템은 도서관 업무의 효율성을 향상시킬 수는 있지만, 도서관 서비스

의 본질은 변화시킬 수 없다. 따라서 RFID 시스템과 같은 혁신적인 서비스는 도서관에 있어서는 수많은 중요한 요소 중의 하나에 불과한 것이다.

3.3 장서배가의 위치확인

산업계에서의 RFID의 적용(Bhuptani and Moradpour, 2005)은 도서관에서의 대출과 유사한 물류관리에 해당된다. RFID의 검출성은 탐색과 배치와 같은 분야의 서비스를 향상시킨다. 개가식 도서관의 가장 큰 결점은 자료들이 손쉽게 다른 서가에 배가되거나 제대로 제어가 되지 않는다는 것이다. 도서관자동화 시스템은 단지 체크인/아웃 상황에 관해서만 확인이 가능하고, 특정의 자료가 정확하게 해당 서가에 배가되어 있느냐 아니냐에 관해서는 확인이 불가능하다. 만약 RFID 시스템의 리더가 도서관의 각 입구에 설치되어 있다면, 이용자가 특정의 자료를 선택해서 다른 방으로 들어가면, 시스템은 즉시 누가 해당 자료를 어디로 가져가는지를 탐지한다. 그리고 관련 정보는 해당 자료의 위치를 기록하기 위하여 자동화시스템으로 전송된다.

이러한 종류의 서비스는 잘못 배가된 자료(참고도서, 전시물, 주요 장서 등)의 위치를 추적할 수 있는 등 더욱 다양하고 편리한 도서관 서비스의 관리환경을 제공한다. 그러나 리더와 태그 사이의 탐지 대역폭을 신중하게 고려해야 한다. 도서관에서는 이용자가 잘 못 배

가한 자료의 가장 최근 위치를 탐지할 필요가 있다. 900 MHz 또는 2.45 GHz 태그의 탐지 대역폭은 13.56 MHz 태그보다는 길지만, 가격은 훨씬 비싸다. 따라서 예산절감을 위하여 절충의 방식을 채택한다면, 도서관이 소장하고 있는 모든 장서의 정확한 탐색과 위치확인에 도움을 줄 수 없으며 단지, 부분적인 도움을 제공하는 것에 지나지 않는다.

3.4 연속간행물의 이용통계

연속간행물의 이용률을 정확하게 산출할 수 있는 방법은 거의 없다. 개가식 도서관의 경우에는 특히 그러하다. 연속간행물의 이용률을 파악하기 위하여 질문지를 사용할 경우, 이용자의 응답은 매우 부정확하다. 그러나 RFID 시스템의 탐지 대역폭을 사용할 경우에는 연속간행물 서가에서의 해당 자료의 배열상태를 확인할 수 있다. 만약, 리더가 일정 시간동안 특정 연속간행물의 태그를 탐지하지 못한다면, 해당 연속간행물은 연속간행물 서가로부터 벗어나 이용되고 있다는 것을 의미한다.

3.5 이용자 서비스

RFID 태그는 도서관이 소장하고 있는 장서에만 적용되는 것은 아니다. 900 MHz UHF 대역의 주파수를 이용하면, 도서관 카드와 위치를 RFID 태그에 구현할 수 있는 탐지 영역을 제공할 수 있다. 이용자 데이터, 장서의 물

리적인 위치 데이터, 장서 데이터, 처리 시간 및 서비스 방식 등을 결합시키면, 이용자, 사건, 시간, 장소 및 대상에 관한 정보를 정확하게 기록하고 관리할 수 있다. 특정의 이용자가 도서관에 들어오면, 시스템은 도서관 카드에 부착되어 있는 RFID 태그를 통하여 이용자의 상태를 확인한다. 그러면 도서관에서는 즉시 해당 이용자에 관한 정보를 확인하여 효율적인 이용자 서비스를 제공할 수 있다.

도서관에서는 이용자에게 도서관 서비스를 효율적으로 제공하기 위하여 휴대용 리더와 디스플레이 장비를 제공할 수 있다. RFID 시스템은 자동적으로 도서관 서비스의 영역을 결정할 수 있는 이용자 범주를 확인할 수 있다. 그리고 항상 태그를 탐지하면서 각 위치에서의 정보를 스크린에 나타낸다. 예를 들면, 복사기가 여기에 해당될 수 있을 것이다. 시청 각 자료 또한 도서관 카드에 부착된 태그를 통하여 탐지하고 기록될 수 있다. 아울러 사용요금과 과금을 통합하여 하나의 지불모드로 구현할 수도 있다.

RFID 시스템은 다양한 무선의 주파수와 탐지 대역폭을 결합한 RFID를 적용함으로써 위에서 언급한 것 이상의 서비스 모델을 개발할 수 있을 것이다. 그러나 가장 중요한 문제는 RFID 시스템 구축에 소요되는 예산의 확보와 효율적인 운영에 반드시 필요한 시스템 공급자와의 유기적인 협력체계의 구축이라 할 것이다. 따라서 완벽한 도서관 RFID 시스템의 솔루션을 구축하기 위해서는 도서관에서 필요

한 제반 모든 필요사항을 시스템 공급자와 협력하여 계획하는 것이 바람직하다.

4. RFID 시스템의 주요 문제점

모든 어플리케이션 관련 기술과 제품은 완벽하지 않다. 특히, 신호를 라디오 주파수를 통해 전달하는 RFID 시스템의 경우에는 더욱 그러하다. 전송과정에서의 간섭과 정확성은 실질적인 어플리케이션의 효율에 영향을 미친다. 금속과 습기에 의한 간섭, 리더와 태그 사이의 거리, 그리고 안테나의 방향은 탐지효율을 떨어뜨리는 주요 요소의 하나이다. 따라서 실제적인 탐지 효율은 장소에 따라 테스트와 조정을 통해 적정화하여야 한다. RFID 시스템은 비용(cost), 인식률(access rate), 개인 정보보호(privacy), 보안(security) 등 많은 문제점을 가지고 있다.

4.1 비용

비용은 RFID의 생산단가가 낮아지고, 관련 기술의 발달로 인해 RFID 태그의 단가가 \$0.20까지 떨어지고는 있지만, 도서관에 있어 RFID 시스템의 채택에 영향을 미치는 주요 요인 중의 하나이다(Collins 2004). 그러나 RFID 태그의 소매가격은 이 보다는 더 높게 책정되어지고 있다. 특히, 10만권 이상의 장서를 소장하고 있는 도서관에서는 RFID 시스

템을 구축하고 운용하기 위해서는 상당한 예산을 필요로 한다. 이와 함께 리더, 주변기기 및 응용소프트웨어 등의 비용 또한 부담이 되고 있다. 따라서 RFID 시스템은 별도 예산의 증액을 수반하기 때문에, 수많은 장서를 소장하고 있는 도서관에서는 RFID 솔루션을 구현하기 위한 계획은 당연히 어려울 수밖에 없다.

4.2 인식률

RFID 태그의 가장 일반적인 문제점은 금속의 영향에 의한 통신성능의 저하를 들 수 있다. 대부분의 도서관에서는 목재서가와 철재서가를 혼용하고 있다. 철재서가의 경우, 철판에 접해있는 자료는 휴대용 리더가 태그의 정보를 읽어들이지 못할 수도 있다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서는 철판과 자료 사이에 최소한 1cm 정도의 공간을 마련해야 한다. 그러나 이 방법은 최선의 해결책이 될 수는 없다. 보다 완전한 방법은 철재서가를 목재 및 죽재서가로 전환하는 것이 바람직하다.

RFID 시스템의 효율에는 금속, 습도, 거리 뿐만 아니라, 태그와 리더가 근접거리에 있다 할지라도 안테나의 위치 또한 영향을 미친다. 그리고 태그들이 너무 가까이 위치하고 있으면 태그와 태그 사이에서의 간섭 또는 잘못된 인식을 유발할 수도 있다. 예를 들면, 만약 특정 이용자가 무인자동채크인장비(RFID 리더)를 사용하여 도서관 장서를 대출하려고 할 때, 또 다른 이용자가 너무 가까이 서 있는 경우,

자동 체크인을 하는 리더는 다른 이용자가 들고 있는 도서관 장서의 태그를 인식할 가능성도 있다. 최근 국·내외의 거의 모든 도서관들이 이용자 서비스의 강화를 도서관 운영의 최대 목표로 설정하고 있다. 따라서 이러한 상황에서 이와 같은 체크인/아웃 오류가 발생할 경우 관련 서비스를 계속적으로 지속할 수는 없을 것이다.

그리고 공항에서와 같이 수하물의 검사를 가장 엄격히 하는 경우에서조차 인식률은 100%가 아닌 것으로 알려져 있다(Gilbert 2004). 그러므로 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 복수의 무선 리더를 운용하거나 리더기의 배열 방법을 개선함으로써 RFID 시스템의 효율성을 높일 수 있는 방법의 강구가 하나의 중요한 이슈가 되고 있다.

4.3 개인정보보호

RFID 기술의 운용에 있어서 개인정보보호의 문제는 가장 큰 논쟁거리가 되고 있는 이슈의 하나이다. 도서관에서 도서관의 장서를 열람하고 대출하는 행위와 같은 모든 이용자의 활동은 도서관에 설치된 RFID 시스템의 리더에 의해 탐지가 된다. 이와 같은 관찰 방식은 경찰의 수사에 있어서 사건의 용의자를 감시하는 것과 매우 유사하기 때문에 이용자의 개인정보보호에 대한 문제를 야기할 수 있다. 도서관 RFID 시스템과 관련된 개인정보보호에 대

한 이러한 이슈들과 관심들은 도서관들의 적극적인 서비스를 통해서만이 해결이 가능하다.

4.4 보안

RFID 칩의 구조는 IC 스마트카드와 마찬가지로 CMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductors)로 이루어져 있다. 그러므로 스마트카드를 해독하는 방법은 RFID 칩에도 동일하게 적용된다. 더구나 RFID라는 무선통신의 특성은 무선신호의 도청(수신)을 통하여 전송된 데이터의 획득이 가능하다. 이러한 이유 때문에 RFID는 도청, 수정/대치 및 오용을 방지하기 위하여 관련된 모든 정보를 암호화하여야 한다.

그리고 비즈니스적인 이슈 이외에도 RFID 태그에 대한 무선 장비에 의한 간섭, 안정성, 국제표준, 크기 및 재질 등은 아직도 해결해야 할 여러 가지의 문제점들을 가지고 있다. RFID 시스템을 도서관에 효율적으로 적용하기 위한 가장 중요한 요소는 관련 시스템의 통합이라 할 수 있다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해서는 RFID 시스템에 대한 많은 경험과 실제적인 지식의 축적과 함께 도서관 및 시스템 요인들의 적정한 조정을 필요로 한다.

5. 결론

일괄처리, 대용량 데이터의 저장, 프로그래밍 성능 등의 특성을 제공하는 RFID 시스템의 태그는 바코드보다 성능이 우수하고, 도서관들이 소장하고 있는 장서를 정확하게 관리하고 도서관의 이용자 서비스를 강화하는데 도움을 줄 수 있다. 그러나 RFID 시스템에서 발생하는 신뢰성의 문제, 잡음(noise)으로부터의 방해, 높은 운용 비용 그리고 킬러 어플리케이션의 부족 등에 관한 이슈는 여전히 해결해야 할 과제로 남아 있다. 따라서 RFID 시스템은 현재로서는 신설 도서관이나 소규모의 공공도서관에서 제한적으로 운용되고 있는 실정이다.

RFID 시스템은 도서관의 사서와 도서관의 능력을 초월하는 다양한 기능들을 포함하고 있다. RFID 시스템은 단지 바코드를 대체하기 위하여 사용되는 것으로는 주의를 끌 수 없다. 대부분의 도서관들이 처해 있는 부족한 예산의 상황 속에서 전적으로 RFID 시스템을 운용하는 데 있어 바코드를 대체하는 것만으로는 경제성이 없다.

RFID 어플리케이션은 열람 및 대출, 장서점검, 장서배가의 위치 확인, 연속간행물의 이용통계, 이용자서비스 등에 다양하게 적용될 수 있지만, RFID 시스템을 효율적으로 구축하고 운용하는데 있어서 고려해야 할 가장 우선적인 절차는 장서점검, 출입자 및 열람통계

등을 정확하게 제공하는 것이다. 그리고 나머지 부분은 도서관이 소장하고 있는 모든 종류의 정보자료가 이용될 때까지 기다렸다가 확장하는 것이 바람직할 것이다.

RFID 시스템의 가장 중요한 기능이라 할 수 있는 이용자와 도서관이 소장하고 있는 장서를 통합하는 것은 다양하게 적용될 수 있을 것이다. RFID 시스템은 정보탐색이나 오리엔테이션, 연속간행물의 이용통계, 상담·지도 및 개인 이용자 서비스 등에 큰 도움을 줄 수 있을 것이다. 바코드나 마그네틱 스트립을 RFID 칩으로 대체하는 것은 자동대출/반납, 도난방지, 신속한 장서점검, 정확한 배가 등에 큰 이점을 가지고 있다.

RFID 시스템은 구축비용, 인식률, 개인정보보호 그리고 보안의 측면에서 여러 가지의 문제점을 가지고 있기는 하지만, 도서관에서의 정확한 장서관리와 실시간 이용자 서비스를 효율적으로 제공할 수 있는 장점을 가지고 있다.

참고문헌

- 김극기, 정철오, 김용성. 2005. 스마트 기술을 적용한 이용자 중심의 공공도서관 공간변화에 관한 연구. 『대한건축학회 창립60주년기념 학술발표대회논문집』, 25(1): 211-214.
- 노동조. 2004. 유비쿼터스 컴퓨팅에 기반한 유비쿼터스 도서관의 과제와 전망에 관한 연구. 『한국비블리아학회지』, 15(2): 219-240.

- 오세원, 박주원, 이용준. 2007. RFID SW 기술과 표준화 동향. 『정보와 통신』, 2007(July) : 17-25.
- 윤소희, 전한중. 2005. RFID 도입에 의한 공공 도서관의 열람공간의 변화에 관한 연구. 『대한건축학회 학술발표논문집』, 24(2): 287-290.
- 이응봉. 2003. Ubiquitous Computing & Digital Library. 『제6회 디지털도서관컨퍼런스논문집』, [서울 : 한국과학기술회관].
- 이종문. 2007. RFID 기술의 도서관 적용방안 연구. 『한국도서관정보학회지』, 38(1): 157-171.
- 임중호, 채홍석. 2007. RFID 미들웨어 시스템에 적합한 성능 장애 진단 기법 연구. 『2007년도 한국정보과학회 가을 학회발표논문집』, 34(2B): 120-124.
- 홍재현. 2005. 유비쿼터스 시대의 한국 공공도서관의 RFID 시스템과 모바일 서비스 활성화에 관한 연구. 『한국비블리아학회지』, 16(2): 110-138.
- Bhuptani, M, & Moradpour, S. 2005. RFID Field Guide : Developing Radio Frequency Identification Systems, Sun Microsystems & Prentice-Hall, NJ.
- Butters, A. 2006. "Radio Frequency Identification : An Introduction for Library Professionals." APLIS, 19(4) : 164-174.
- Chachra, V. 2003. "Experience in implementing the VTLIS RFID solution in a multi-vender environment." 69th IFLA General Conference and Council.
- Collins, J. 2004. "Alien cuts tag price", RFID Journal. <<http://www.rfidjournal.com/article/articleview/857/1/1/>>.
- Finkenzeller, A. 2003. RFID Handbook : Fundamentals and Applications in Contactless Smsart Cards and Identification, 3rd ed., Wiley, Chichester.
- Gilbert, A. 2004. "Patent problems plague RFID". <<http://www.zdnet.com.au/insight/hardware/0,39023759,39159309,00.htm>>.
- Gunther O. & Spiekermann, 2005. "RFID and the Perception of Control: The Consumer's View." Communications of the ACM, 48(9): 73-76.
- Harris, D. B. 1960. "Radio transmission systems with modulatable passive responder", US Patent 2,927,321.
- Hopkinson A. & Chandrakar R. 2006. "Introducing RFID at Middlesex University Learning Resources." Program: electronic library and information systems, 40(1): 89-97.
- Howard, L. & Anderson M. 2005. "RFID Technology in the Library Environment." Journal of Access Services, 3(2): 29-39.
- Hush, D. R. & Wood, C. 1998. "Analysis of

- tree algorithms for RFID arbitration.”
 Proceedings of the IEEE International
 Symposium on Information Theory
 (ISIT), Cambridge, MA.
- IDTechEx. 2002. “RFID in Japan: special
 report from IDTechEx Asia tour.”
 Smart Labels Analyst, No. 21.
 <[http://www.idtechex.com/docu-
 ments/en/sla.asp?documentid=62](http://www.idtechex.com/documents/en/sla.asp?documentid=62)>.
- International Telecommunication Union.
 2005. “frequently asked questions”,
 <[http://www.itu.int/ITU-R/terrest-
 rial/faq/index.html](http://www.itu.int/ITU-R/terrestrial/faq/index.html)>.
- Ipsen, E. 2005. “Looking in All the Wrong
 Places: Assessing the Costs of RFID
 Tags.” Public Library Quarterly,
 24(1): 63-65.
- Kern, C. 2004. “Radio-frequency-iden-
 tification in libraries.” The Electronic
 Library, 22(4): 317-324.
- Kleist, R. A., Chapman, T., Sakai, D. &
 Jarvis, B. 2004. RFID labeling: Smart
 Labeling Concepts & Applications for
 the Consumer Package Goods Supply
 Chain, Printtronix, Irvine, CA.
- Landt, J. 2001. “Shrouds of time: the
 history of RFID”, AIM, Inc., Pitts-
 burgh, PA,
 <[http://www.aimglobal.org/techno-
 logies/rfid/resources/shrouds_of_ti-
 me.pdf](http://www.aimglobal.org/techno-

 logies/rfid/resources/shrouds_of_ti-

 me.pdf)>.
- Murray, C. J. 2006. “RFID: beyond the drive
 for five.” Design News, 2006(April)
 : 48-52.
2006. “RFID Tags: Driving toward 5 Cents.”
 EDN, 2006(June) : 69-74.
- Ollivier, M. 1995. “RFID enhances materials
 handling.” Sensor Review, 15(1) :
 36-39.
- Sarma, S. E., Brock, D. & Engels, D. W.
 H. 2001. “Radio frequency identi-
 fication and the electronic product
 code.” IEEE Micro, 21(6) : 50-54.
- Shien-Chiang Yu. 2007. “RFID implemen-
 tation and benefits in libraries.” The
 Electronic Library, 25(1) : 54-64.
- Singh, J., Brar, N., Fong C. 2006. “The
 State of RFID Applications in
 Libraries.” Information Technology
 and Libraries, 2006(March) : 24-32.
- Smart, L. J. 2005. “Considering RFID.”
 College & Research Libraries News,
 66(1): 13-42.
- Stockman, H. 1948. “Communication by
 means of reflected power.” Procee-
 dings of the IRE, 36(10) : 1196-1204.
- Vernon, F. L, Jr. 1952. “application of the
 microwave homologue.” IRE Transac-
 tions on Antennas and Propagation,
 AP-4 : 110.